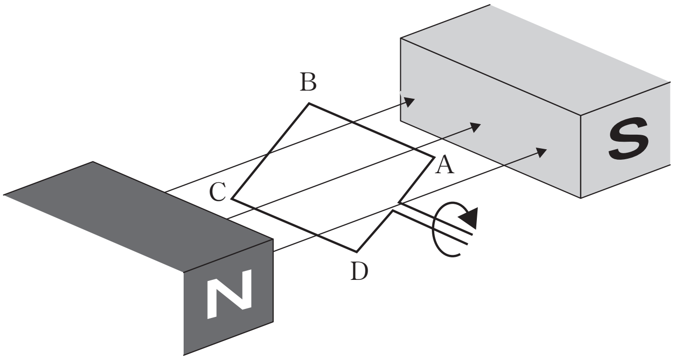
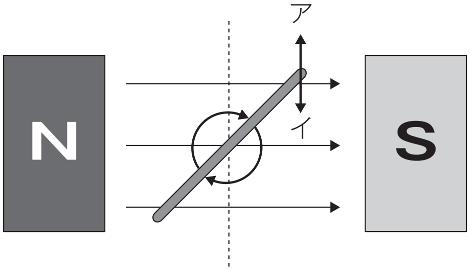
第45講　交流1

1

文中の[ ]を適切な式や言葉で埋め，{　　}では正しいものを選択せよ。必要があれば，時間 Δt [s] が非常に小さいときの近似式 $\cos\omega\Delta t \fallingdotseq 1$ と $\sin\omega\Delta t \fallingdotseq \omega\Delta t$ の関係を用いてよい。





図のように，磁束密度 B [Wb/m²] の一様な磁場中で，磁場に垂直な軸のまわりに，1巻きの長方形コイル ABCD が一定の角速度 ω [rad/s] で時計回りに回転している。長辺 AB の長さを a [m]，短辺 BC の長さを b [m] とする。コイルの抵抗はないものとする。

コイルの面が磁場に垂直な面と一致する瞬間を時刻 $t=0$ とする。そのとき，コイルを貫く磁束は $\Phi(0)=$ [(1)] [Wb] である。t [s] 後，コイルの面と磁場に垂直な面とのなす角度は [(2)] [rad] になる。その時刻に，コイルを貫く磁束は $\Phi(t)=$ [(3)] [Wb] である。さらに，ごく短い時間 Δt [s] 後の磁束は，$\Phi(t+\Delta t)=$ [(4)] [Wb] である。したがって，Δt [s] 間に変化する磁束 $\Delta\Phi$ [Wb] は次のようになる。

$$\Delta\Phi=\Phi(t+\Delta t)-\Phi(t)$$

Δt が十分小さいとき，$\Delta\Phi$ は Δt に近似的に比例し，$\Delta\Phi=$ [(5)] $\cdot\Delta t$ と書ける。

ファラデーの [(6)] の法則によれば，コイルには起電力 $-\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ が生じる。その値は時間とともに変化し，その大きさが最大になるのは，コイルの面が磁場の方向と {(7)：(ア)平行，(イ)垂直} のときである。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

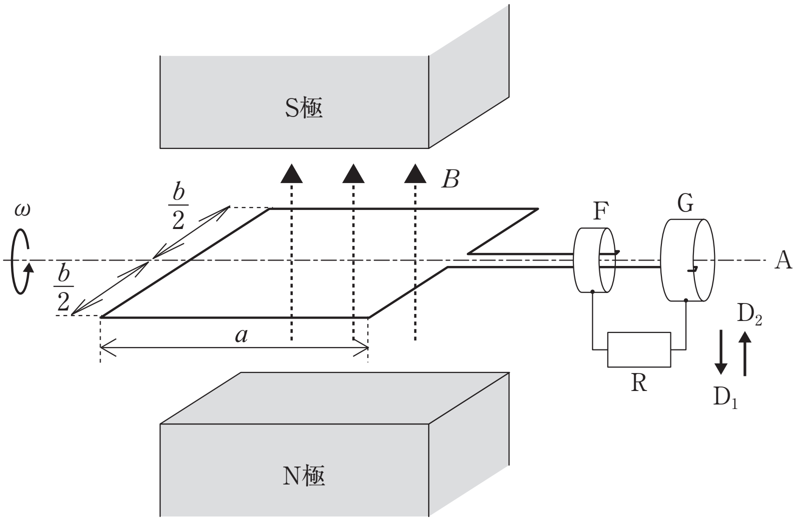
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　確認テスト

以下の[1]～[6]にあてはまる答えを各解答群から１つ選びなさい。ただし，同じ番号をくり返し用いてもよい。

図は一巻きのコイルと抵抗値が R［Ω］の電気抵抗Rからなる電気回路である。コイルは辺の長さが a［m］，b［m］の長方形である。図のように磁束密度の大きさが B［Wb/m^2］で鉛直上向きの一様な磁場中にこのコイルを置き，回転軸Aを中心に一定の角速度 ω［rad/s］で図の向きに回転させる。



図

時刻 $t=0$ でコイルは端子F，Gと図のように接しており，水平面を向いている。コイルを貫く磁束 Φ［Wb］を符号まで含めて計算してみよう。まず，$t=0$ で Φ の Φ_0 の値を正と決めると $\Phi_0=$[1]である。回転により磁束とコイルの面のなす角度が変化するため，時刻 t では $\Phi=$[2]$\times\Phi_0$ となる。Φ が時間変化することによってコイルに誘導起電力が生じ，これにより回路に電流（誘導電流）が流れる。微少時間 Δt［s］あたりの Φ の変化量 $\Delta\Phi$［Wb］が負のとき，抵抗Rを流れる電流の向きは図の矢印の[3]である。時刻 t で発生する誘導起電力 V［V］を図１の端子Fに対するGの電位差として測ると V は $\Delta\Phi$ と Δt を使って $V=$[4]と表せる。したがって，V の具体的な時間変化を表す式は[2]より，$V=$[5]$\times\Phi_0$ となる。Rの消費電力の１周期にわたる平均値は[6]［W］である。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

1 の解答群

① $\dfrac{Bab}{2}$　② Bab　③ $2Bab$　④ $\dfrac{Ba^2b^2}{2}$

⑤ Ba^2b^2　⑥ $2Ba^2b^2$　⑦ $\dfrac{B^2a^2b^2}{2}$　⑧ $B^2a^2b^2$

⑨ $2B^2a^2b^2$

2 の解答群

① $\sin\omega t$　② $\cos\omega t$　③ $-\sin\omega t$　④ $-\cos\omega t$

⑤ $1+\sin\omega t$　⑥ $1-\sin\omega t$　⑦ $\omega\sin\omega t$　⑧ $\omega\cos\omega t$

⑨ $-\omega\sin\omega t$　⓪ $-\omega\cos\omega t$　ⓐ $\omega^2\sin\omega t$　ⓑ $-\omega^2\sin\omega t$

ⓒ $\omega^2\cos\omega t$　ⓓ $-\omega^2\cos\omega t$

3 の解答群

① D_1　② D_2

4 の解答群

① $\dfrac{\Delta t}{\Delta\Phi}$　② $\dfrac{\omega\Delta t}{\Delta\Phi}$　③ $\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$　④ $\dfrac{\Delta\Phi}{\omega\Delta t}$

⑤ $-\dfrac{\Delta t}{\Delta\Phi}$　⑥ $-\dfrac{\omega\Delta t}{\Delta\Phi}$　⑦ $-\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$　⑧ $-\dfrac{\Delta\Phi}{\omega\Delta t}$

5 の解答群

① $\sin\omega t$　② $\cos\omega t$　③ $-\sin\omega t$　④ $-\cos\omega t$

⑤ $1+\sin\omega t$　⑥ $1-\sin\omega t$　⑦ $\omega\sin\omega t$　⑧ $\omega\cos\omega t$

⑨ $-\omega\sin\omega t$　⓪ $-\omega\cos\omega t$　ⓐ $\omega^2\sin\omega t$　ⓑ $-\omega^2\sin\omega t$

ⓒ $\omega^2\cos\omega t$　ⓓ $-\omega^2\cos\omega t$

6 の解答群

① $RBab\omega$　② $R(Bab)^2\omega$　③ $R(Bab\omega)^2$　④ $\dfrac{RBab\omega}{2}$

⑤ $\dfrac{R(Bab)^2\omega}{2}$　⑥ $\dfrac{R(Bab\omega)^2}{2}$　⑦ $\dfrac{Bab\omega}{R}$　⑧ $\dfrac{(Bab)^2\omega}{R}$

⑨ $\dfrac{(Bab\omega)^2}{R}$　⓪ $\dfrac{Bab\omega}{2R}$　ⓐ $\dfrac{(Bab)^2\omega}{2R}$　ⓑ $\dfrac{(Bab\omega)^2}{2R}$

ⓒ 0

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 45 講　解答

1

(1)　Bab　(2)　ωt　(3)　$Bab\cos\omega t$　(4)　$Bab\cos\omega(t+\Delta t)$

(5)　$-\omega Bab\sin\omega t$　(6)　電磁誘導　(7)　(ア)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 45 講　確認テスト

【解答】

1　②　　2　②　　3　①　　4　⑦　　5　⑦　　6　ⓑ

【解説】

$t=0$ では，

$$\Phi_0=\boldsymbol{B\cdot ab}_{1}$$

時刻 t では，コイルは ωt だけ回転しているので，有効面積は $ab\cos\omega t$ となる。よって

$$\Phi=B\times ab\cos\omega t=\Phi_0\times\boldsymbol{\cos\omega t}_{2}$$

$\Delta\Phi<0$ のとき，コイルには磁束を増やそうとする向きに電流が流れるので **$\mathrm{D_1}$ の向き**_3 に電流が流れる。

コイルに生ずる起電力は，向きも含めて

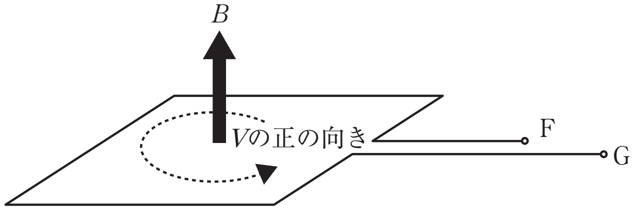
$$V=-\boldsymbol{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}_{4}$$

なので，

$$V=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-\frac{\Delta(\Phi_0\times\cos\omega t)}{\Delta t}=\boldsymbol{\omega\Phi_0\sin\omega t}_{5}$$

消費電力の平均値は，実効値 I_e と V_e を用いて

$$\overline{P}=I_e\times V_e=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{\omega Bab}{R}\right)\times\frac{\omega Bab}{\sqrt{2}}=\boldsymbol{\frac{(\omega Bab)^2}{2R}}_{6}$$



$t=0$のときのコイルの向き

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。